



TITLE:

降雨時の列車運転規制のための大雨の空間分布特性を考慮した降雨量の観測方法に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

鈴木, 博人

CITATION:

鈴木, 博人. 降雨時の列車運転規制のための大雨の空間分布特性を考慮した降雨量の観測方法に関する研究. 京都大学, 2016, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r13009>

RIGHT:

| | | | |
|---|---|----|--------|
| 京都大学 | 博士（工学） | 氏名 | 鈴木 博 人 |
| 論文題目 | 予測制御手法の不確実性を考慮した都市雨水に係るソフト対策の定量評価手法に関する研究 | | |
| <p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、豪雨時における列車の安全の確保にとって重要な役割を果たしている降雨時の列車運転規制をより適切に行うことを目的としている。すなわち、現在の雨量計を用いた列車運転規制方法を評価し、その上で鉄道にとってより適切な降雨量の観測方法や列車運転規制方法を示したもので、全 8 章で構成されている。各章の内容は以下のとおりである。</p> <p>第 1 章は序論であり、本論文の位置付けを明らかにしている。鉄道にとってより適切な降雨量の観測方法や列車運転規制方法を示すにあたって、大雨の空間分布特性に基づく降雨量の観測精度の観点という安全性の観点からの評価だけではなく、列車運転規制時間という安定性の観点からも評価している。このように降雨時における列車運行の安全性と安定性の両面から評価する点が本論文の特徴としている。</p> <p>第 2 章では、鉄道における雨量計の設置間隔、ならびに豪雨時の列車運転規制方法の変遷と現状について概観している。</p> <p>第 3 章では、過去に発生した降雨に起因した列車脱線事故や斜面災害の発生件数を分析している。降雨に起因した列車脱線事故は 1973 年度と 1974 年度を境にして減少側にジャンプしたことを示すとともに、この時期には国鉄全社で統一された豪雨時の列車運転規制方法が制定されており、これが降雨に起因した列車脱線事故の減少側へのジャンプに関係していることを明らかにしている。このことから、豪雨時の列車運転規制は列車脱線事故の減少に大きな貢献を果たしたと結論づけるとともに、降雨時の列車運行の安全性をより一層高めるためには、降雨時の列車運転規制方法をより良い方法に改善して行くことが重要であると結論づけている。</p> <p>第 4 章では、降雨災害発生時における雨量計設置地点と災害発生地点での降雨量の差異を解析している。鉄道の雨量計設置間隔は約 10 km と離散的ではあるが、雨量計設置地点と災害発生地点の間では、切土や築堤の崩壊と深い関係がある半減期 1.5, 6, 24 時間実効雨量に大きな差がないことを示している。すなわち、沿線の任意地点における災害を発生させるような大雨を、沿線雨量計で概ね捉えていることを明らかにしている。しかし、雨量計設置地点の観測降雨量に比べて災害発生地点の降雨量が数倍多い局地的大雨事例が、事例数が少ないものの存在することも明らかにしている。</p> <p>第 5 章では、鉄道、気象庁、国土交通省、および東京都の雨量計で観測された降雨量データを用いて、”2 地点の降雨量比に関するパーセンタイル値”と”2 地点間の距離”との関係を統計的に精緻に解析した結果を示している。2 地点の降雨量比に関するパーセンタイル値からは、ある地点である基準値以上の大雨が生起したとき、そこから離れた地点における降雨量の確率分布を知ることができる。さらに、”2 地点での降雨の同時生起率”と”2 地点間の距離”との関係を統計的に解析している。同時</p> | | | |

| | | | |
|---|--------|----|--------|
| 京都大学 | 博士（工学） | 氏名 | 鈴木 博 人 |
| <p>生起率からは、2 地点で同時に大雨になる割合を知ることができる。これらの解析によって、2 地点間の距離が同程度であっても同時に大雨になる割合が高い 2 地点の組合せと低い組合せがあることを明らかにしている。また、第 6 章で利用するために、同時生起率と 2 地点間の距離との関係を定式化している。</p> <p>第 6 章では、沿線での雨量計設置間隔について、第 5 章で定式化した降雨の同時生起率と 2 地点間の距離との関係式などを用いて、列車運行の安全性と安定性の両面から評価している。ここで、列車運行の安全性の評価基準は”大雨の捕捉率”によって、安定性の評価基準は”運転中止時間”によって定義している。半減期 1.5, 6, 24 時間の実効雨量について解析した結果、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨量計設置間隔を 10 km から短縮した場合に、安全性と安定性の一方を一定としたときにもう一方を向上させること、または両方を向上させることができる雨量計設置間隔はないこと、 ・一方で、雨量計設置間隔が 10 km より長い場合には、10 km までは雨量計の設置間隔を短縮したときに、そのような場合があること、 <p>を明らかにしている。このことは本論文の非常に重要な、これまで定量的に明らかにされてこなかった点である。すなわち、雨量計設置間隔をいったいどこまで短縮する必要があるのかを合理的に明らかにすることは国鉄時代からの長い課題であった。本論文は、まさにこの課題に答える 10km という定量的な数値目標を合理的に示したことになる。</p> <p>第 7 章では、現時点において実践可能で有効な降雨量の観測方法や列車運転規制方法を示している。すなわち、雨量計では検知できない危険性がある局地的な大雨を捕捉可能な、降雨時の列車運転規制方法として、雨量計による現在の列車運転規制を継続した上で、面的に細かく観測可能なレーダー雨量による 1 時間雨量を補完的に用いる方法を提案している。この方法は、鉄道の気象観測・警報システムの改修を行った上で実際の列車運転規制に導入されることが予定されている。また、雨量計の受持ち区間端部の地点の降雨量が列車運転規制基準値以上の場合に、雨量計設置地点でもその基準値以上となった割合を用いて、雨量計による大雨の捕捉性能を評価する方法も提案している。その評価結果から大雨の捕捉性能の低い雨量計を抽出して、雨量計の”受持ち区間の見直し”や”雨量計の増設”を実施することにより、雨量計による大雨の捕捉性能を改善する方法も提案している。この方法は、本論文の成果をもとに実際の列車運転規制に既に導入されている。</p> <p>第 8 章は結論であり、本研究で得られた結果をまとめるとともに、今後の課題について言及している。</p> | | | |

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、豪雨時における列車の安全の確保に重要な役割を果たしてきた豪雨時の列車運転規制をより適切に行うために、鉄道にとってより適切な降雨量の観測方法や列車運転規制方法を提案している。その主な成果は次のとおりである。

- (1) 鉄道沿線において雨量計設置間隔が約10 kmの場合、降雨災害の発生時における雨量計設置地点と災害発生地点における半減期1.5, 6, 24 時間実効雨量に大きな差がないことが示された。一方で事例数は少ないが、雨量計設置地点に比べて災害発生地点の降雨量が数倍多い局地的大雨事例があることも示された。
- (2) 半減期1.5, 6, 24 時間の実効雨量は、雨量計設置間隔を10 km から短縮した場合、安全性と安定性のどちらか一方を一定としたときにもう一方を向上させること、あるいは両方を向上させることができる雨量計設置間隔はないことが示された。一方、雨量計の設置間隔が10 km より長い場合には、10 km までは雨量計の設置間隔を短縮したときに、安全性あるいは安定性を向上させる場合があることが示された。

このことは本論文の非常に重要な、これまで定量的に明らかにされてこなかった点である。すなわち、鉄道の雨量計の設置間隔は脈々と短縮されてきた中、現在の雨量計の設置間隔の標準である10 km が合理的で適切であることが示された。

次に、局地的な豪雨をはじめとした大雨捕捉性能をより向上する方法として、以下の降雨量の観測方法や列車運転規制方法が示された。

- (3) 雨量計では検知されない危険性がある局地的な大雨を捕捉可能な列車運転規制方法として、雨量計による列車運転規制を継続した上で、レーダー雨量による1時間雨量を補完的に活用した豪雨時の列車運転規制方法が提案された。この方法は、鉄道の気象観測・警報システムの改修を行った上で実際の列車運転規制に導入される予定である。
- (4) 雨量計の受持ち区間端部の降雨量が列車運転規制基準値以上の場合に、雨量計の地点でもその基準値以上となる割合を用いて大雨の捕捉性能を評価する方法が提案された。加えて、雨量計の受持ち区間の見直しや雨量計を増設することで雨量計による大雨の捕捉性能を改善する実践的な方法も提案された。この方法を用いた雨量計の受持ち区間の見直しや雨量計の増設は、本論文の成果をもとに実際の列車運転規制に既に導入されている。

以上のように本論文は、鉄道の雨量計設置間隔の妥当性が明らかにするとともに、豪雨時における列車の安全を向上させる具体的な降雨量の観測方法や列車運転規制方法を提案したものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 28 年 2 月 22 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。